

# 濃縮ならびに希釈して製造する日本酒およびその製法

松本俊一\* 吉浦貴紀\*

## 1. 研究の背景・目的

日本酒酒造市場では消費量1位の座を焼酎に取って変わられつつある。またワイン、その他酒類にも押されている清酒業界としては吟醸・大吟醸、アルコール13度以下の低アルコール、微炭酸、甘口等々と製品の間口を広げ、清酒親派の維持できれば拡大を狙っている。

本研究はこれら製品レパートリーを広げたいというニーズに対し、アルコール濃度の高い日本酒(以下濃縮酒と呼ぶ)と低い日本酒(以下氷解酒と呼ぶ)を凍結濃縮分離法を用いて製造することが対応策の1つになると考え、製造方法および出来た酒の味覚・香り等の酒質の向上を検証しようとするものである。

## 2 濃縮酒・氷解酒の製造方法

日本酒の濃縮製法には単にアルコール濃度を上げるといった目的で醸造用アルコールを添加する方法がある。また超音波式加湿器で水に代えて清酒を低温雰囲気中で水分を霧氷化除去した後にアルコールを凝縮捕集する方式もある。逆浸透膜を使用する方法もある。これら製造方式はいずれもアルコール分が強調され結果として「旨み」や「香り」に欠ける傾向にあることは否めない。

また酒質を向上させるための凍結法やアルコール濃度を上げるための凍結濃縮法等がいくつか試みられた。これらは冷却壁に付着した氷結晶を掻き取りアルコール分の付着が多いシャーベット氷を製造し、そのまま飲食したりこれを遠心分離機等を用いて氷(氷解酒)と液(濃縮酒)に分離収集する方式であるが、収率は良くないと言われている。これが懸濁式凍結濃縮法と呼ばれる濃縮法である。

本研究では過去に工業ベースでは採用されていない前進式凍結濃縮法がアルコール含有液体の分離や前記諸問題の解決ができるのかを実証しようとするものである。

## 3. 前進式凍結濃縮装置の概要

3-1. 図3-1は装置の概略フローシートを示す。運転原理を説明すると次のようになる。

日本酒元酒は注入ポンプにより製氷機内筒に供給される。ブライン槽の中のブラインは冷凍機により冷却される。冷却されたブラインは製氷器外筒に設定温度で供給される。製氷中日本酒は循環ポンプにより製氷器内筒内を循環される。この間製氷器内筒内壁に日本酒の水分が結氷し成長しつづけ日本酒は脱水濃縮される。濃縮完了時点では製氷器低部より濃縮日本酒を抽出しその後脱氷し氷を取り出す。取り出した氷は溶解され氷解酒となる。製造される濃縮酒のアルコール濃度は運転時間、元酒のアルコール濃度、ブラインの温度酒の循環速度によって決まるが、今回はこれら各パラメータの最適値を求めることは目的としない。

3-2. 写真3-1に装置の外観を示す。

3-3. 装置諸元を表4-1に示す。

表4-1 凍結濃縮装置諸元

	名称	仕様
1	冷凍機	555Kcal/47/57kw
2	製氷器	8マス、15D x300W x1800H、517-R15-8マス
3	酒循環ポンプ	300 /分@0.01m <sup>3</sup> AC200V 3相37kwiv
4	ブライン循環ポンプ	180 /分 AC200V 3相975kw
5	温度コントロールポンプ	20 /分 AC100V 単相65w

## 4 試験結果

試験は酒米をひたち錦、酵母はスーパーひたち酵母を使った工業技術センター製吟醸酒を元酒として使用し4回(内1回は失敗)、某酒造メーカー製赤米を使用して1回、計5回の濃縮を行なった。それぞれ成分分析試験と官能試験を行った。

### 4-1. 成分分析結果

濃縮運転データを表4-1に、成分分析結果を表4-2-1、表4-2-2に、各成分の濃縮率を表4-3-1、表4-3-2に示す。

これら分析結果から次の結果がわかった。

日本酒に含まれるアルコールにほぼ比例して「旨み」や「香」の成分が存在する。

アルコール濃縮率と他成分の濃縮率はほぼ同様なうごきが見える。

カプロン酸エチルは、濃縮時間が増大するほど系外に抜ける量が多くなる。

### 4-2. 官能試験

濃縮酒はアルコール分は高くなるが、それに伴い味や香りがより増強され非常に官能的にも素晴らしい酒が製造できた。この酒は現在流通している高濃度アルコールタイプの清酒とは官能的に全く一線を画しており非常に独自性の高い製品であることが確認できた。

氷解酒は旨味成分や香り成分の濃度が若干少なくなり官能的には少々味的に物足りない点を確認された。しかし、逆に余計な雑味等も極端に減少しているために、より改良点等を加えることによってこれも商品化への道が開ける物と思われた。

\* 食品バイオ部門

5 まとめ  
5-1. 成果

前進式凍結濃縮法を用いることによりアルコール濃度に比例して濃縮または希釈された「旨み」成分と「香」成分でバランス良く構成された日本酒が出来た。  
これをもとに特許「多種濃度アルコール飲料の製造方法及び装置」を出願した。

5-2. 今後の方向

実用機の早期商品化と商業ベースでの販売展開  
日本酒以外の酒類への応用の可能性確認

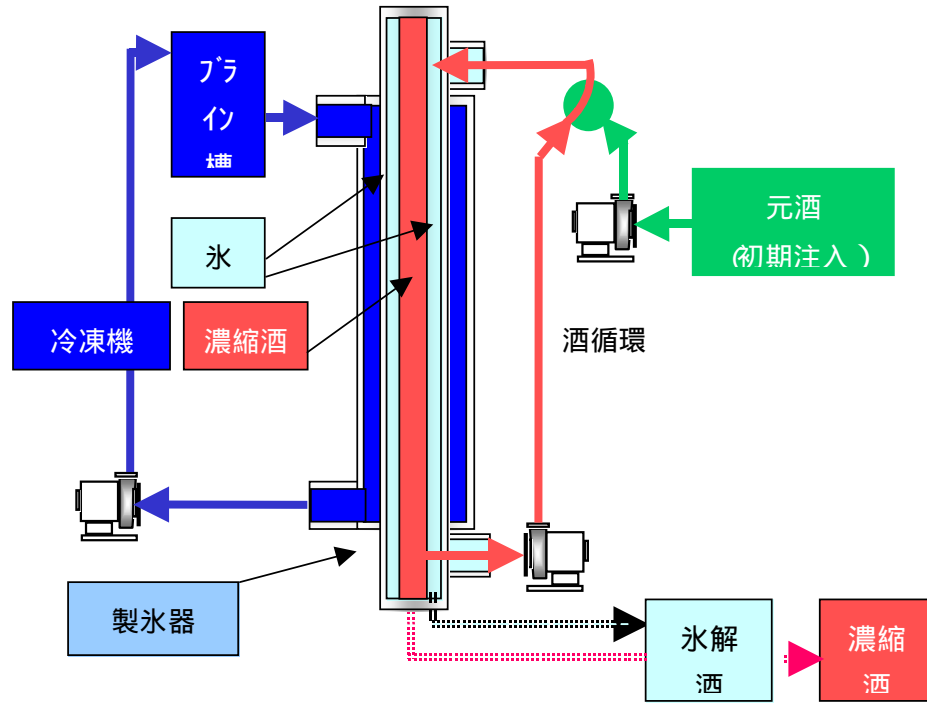


図3-1 概略フローシート

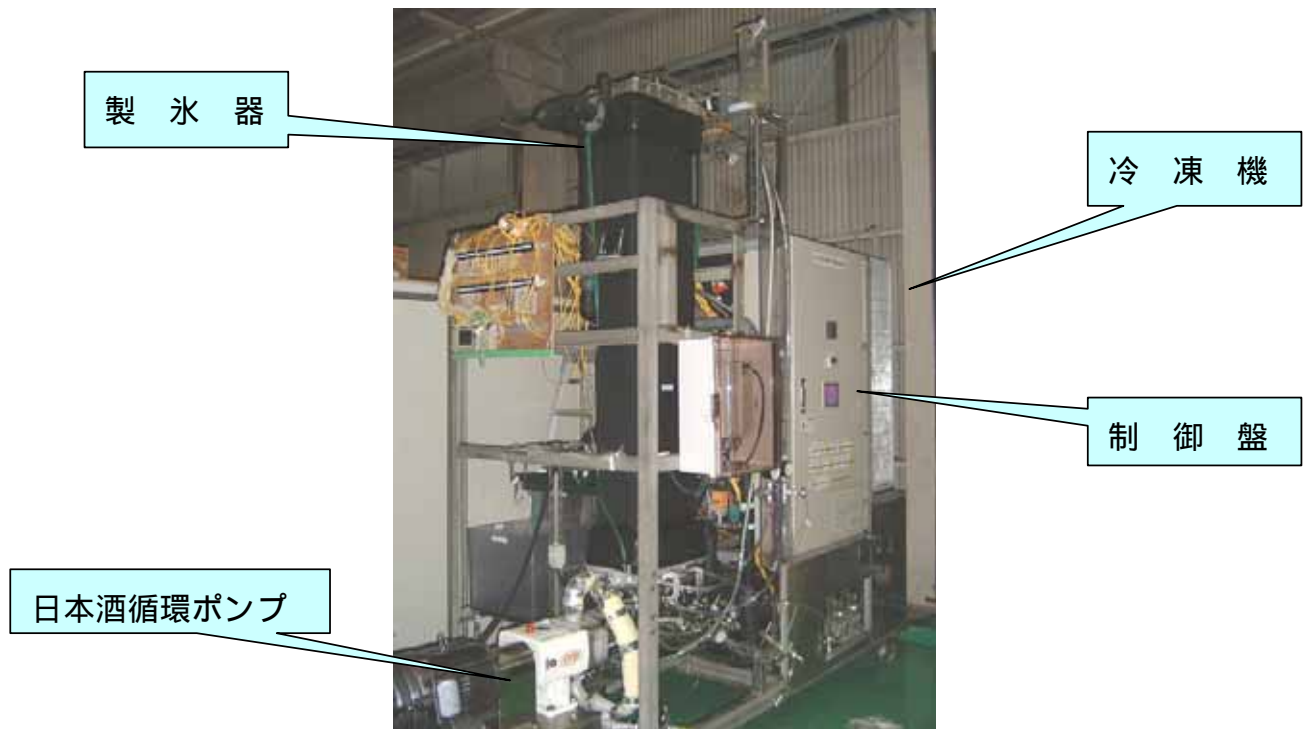


写真3-1 外観

表 4-1 濃縮運転データ

	単位	第 1 回	第 2 回	第 4 回	第 5 回	第 6 回
元酒容積		36	36	36.3	36	32.4
濃縮酒容積		18	15.5	19.8	16.2	19.4
容積比率	-	2	2.3	1.8	2.22	1.67
温度勾配	/10分	0.3 ~ 0.5	0.5 ~ 1.0	0.5 ~ 0.3	0.3	0.3
酒循環量	/分	130 ~ 75	130 ~ 51	130 ~ 45	130 ~ 85	125 ~ 110
最終到達温度・ 日本酒側		-13.8	-14.2	-16.3	-13.5	-15.0
同・ブライン側		-20	-21.8	-23.5	-18.1	-19.1
運転時間	分間	280	180	390	180	200

表 4-2-1 成分分析結果

項目	原酒 No1	Lot.1	Lot.1	Lot.2	Lot.2	Lot.2	Lot.4	Lot.4	Lot.4	原酒	Lot.5	Lot.5	
		氷解酒	濃縮酒	氷解酒	しずく酒	濃縮酒	氷解酒	しずく酒	濃縮酒	2	氷解酒	濃縮酒	
アルコール	Vol%	15.95	6.60	25.25	6.45	11.60	26.05	6.00	13.40	28.00	16.60	8.20	23.55
日本酒度	-	2.0	3.5	1.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.0	-1.0	-2.0	0.0	-6.0
酸度	ml	1.1	0.5	1.6	0.4	0.7	1.6	0.4	0.9	1.7	1.2	0.6	1.6
アミノ酸度	ml	1.0	0.4	1.3	0.3	0.7	1.4	0.3	0.8	1.6	1.2	0.6	1.8
粘度絶対値	mPa·s	3.06	-	4.63	2.02	2.28	4.16	2.20	2.59	4.93	2.66	1.99	4.11
グルコース	wt%	2.55	1.05	3.88	0.93	1.95	3.72	1.10	2.52	4.33	1.52	0.74	2.14
鉄(全量)	mg/L	0.08	0.13	0.23	0.10	0.14	0.30	-	-	-	-	-	-
マンガン(全量)	mg/L	1.98	0.92	3.11	0.74	1.52	3.13	-	-	-	-	-	-
亜鉛(全量)	mg/L	0.69	0.39	1.41	0.27	0.67	1.22	-	-	-	-	-	-
銅(全量)	mg/L	0.19	0.07	0.40	0.03	0.14	0.36	-	-	-	-	-	-
ニッケル(全量)	mg/L	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	-	-	-	-	-
クロム(全量)	mg/L	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	<0.02	-	-	-	-	-	-
鉄(酸可溶性)	mg/L	0.05	0.13	0.16	0.08	0.13	0.24	0.05	0.06	0.33	0.047	0.077	0.099
酢酸イソアミル	mg/L	2.03	1.01	3.32	1.00	1.63	3.10	0.50	1.74	3.48	1.89	1.02	2.74
イソアミルアルコール	mg/L	93.3	37.5	151.0	40.8	78.6	139.8	36.0	80.0	150.5	88.8	43.9	132.6
カブロン酸エチル	mg/L	0.85	0.39	0.81	0.16	0.16	0.75	0.16	0.53	0.71	0.65	7	8

\* 脱氷直前に氷の表面に付着した濃縮アルコールやアルコールを含んだ氷が融解した水とが一緒に流下してくる。これを採取したものを「しずく酒」とよぶ。

表4-2-2 成分分析結果

項目		赤酒 原酒	赤酒 水解酒	赤酒 濃縮酒
	アルコール	Vol%	20.35	9.00 24.25
	日本酒度	-	-23.0	-8.5 -18.0
	酸度	ml	2.9	1.3 3.5
	アミノ酸度	ml	0.9	0.4 1.0
	粘度絶対値	mPa·s	2.62	1.97 4.07
	グルコース	w t%	1.52	0.74 2.14
金属成分	鉄(全量)	mg/L	-	- -
	マンガン(全量)	mg/L	-	- -
	亜鉛(全量)	mg/L	-	- -
	銅(全量)	mg/L	-	- -
	ニッケル(全量)	mg/L	-	- -
	クロム(全量)	mg/L	-	- -
	鉄(酸可溶性)	mg/L	0.13	0.10 0.22
香成分	酢酸イソアミル	mg/L	1.50	1.42 1.57
	イソアミルアルコール	mg/L	86.5	63.7 117.3
	カプロン酸エチル	mg/L	0.59	0.1以下 0.50

表4-3-1各成分の濃縮率

項目	原酒	Lot.1	Lot.1	Lot.2	Lot.2	Lot.2	Lot.4	Lot.4	Lot.4	原酒	Lot.5	Lot.5
	No1	水解酒	濃縮酒	水解酒	しずく酒	濃縮酒	水解酒	しずく酒	濃縮酒	2	水解酒	濃縮酒
	アルコール	-	0.41 1.58	0.40 0.72 1.63	0.37 0.84 1.75	-	0.49 1.41					
	日本酒度	-	1.75 0.50	0.50 0.00 0.00	0.25 0.00 -0.50	-	0.00 3.00					
	酸度	-	0.45 1.45	0.36 0.63 1.45	0.36 0.81 1.54	-	0.50 1.33					
	アミノ酸度	-	0.40 1.30	0.30 0.70 1.40	0.30 0.80 1.60	-	0.50 1.50					
	粘度絶対値	-	- 1.51	0.66 0.74 1.35	0.71 0.84 1.61	-	0.74 1.54					
	グルコース	-	0.41 1.52	0.36 0.76 1.45	0.43 0.98 1.69	-	0.48 1.40					
金属成分	鉄(全量)	-	1.62 2.87	1.25 1.75 3.75	- - -	- - -						
	マンガン(全量)	-	0.46 1.57	0.37 0.76 1.58	- - -	- - -						
	亜鉛(全量)	-	0.56 2.04	0.39 0.97 1.76	- - -	- - -						
	銅(全量)	-	0.36 2.10	0.15 0.73 1.89	- - -	- - -						
	ニッケル(全量)	-	- -	- - -	- - -	- - -						
	クロム(全量)	-	- -	- - -	- - -	- - -						
	鉄(酸可溶性)	-	2.60 3.20	1.60 2.60 4.80	1.00 1.20 6.60	-	1.63 2.10					
香成分	酢酸イソアミル	-	0.49 1.63	0.49 0.80 1.52	0.24 0.85 1.71	-	0.53 1.44					
	イソアミルアルコール	-	0.40 1.61	0.43 0.84 1.49	0.38 0.85 1.61	-	0.49 1.49					
	カプロン酸エチル	-	0.45 0.95	0.18 0.18 0.88	0.18 0.62 0.83	-	0.26 0.89					

表 4-3-2 各成分の濃縮率

	項目	赤酒	赤酒	赤酒
		原酒	水解酒	濃縮酒
	アルコール	-	0.44	1.19
	日本酒度	-	0.36	0.78
	酸度	-	0.44	1.20
	アミノ酸度	-	0.44	1.11
	粘度絶対値	-	0.75	1.55
	グルコース	-	0.48	1.40
金属成分	鉄(全量)	-	-	-
	マンガン(全量)	-	-	-
	亜鉛(全量)	-	-	-
	銅(全量)	-	-	-
	ニッケル(全量)	-	-	-
	クロム(全量)	-	-	-
	鉄(酸可溶性)	-	0.81	1.70
香成分	酢酸イソアミル	-	0.94	1.04
	イソアミルアルコール	-	0.73	1.35
	カプロン酸エチル	-	0.00	0.84